



HAL
open science

LE TELL SUBMERGÉ CHALCOLITHIQUE DE TARASCHINA ET L'ÉVOLUTION INTERNE DU DELTA DU DANUBE - REGARDS CROISÉS A PARTIR DES DONNÉES ARCHÉOLOGIQUES ET GÉO-ARCHÉOLOGIQUES

Laurent Carozza, Cristian Leonard Micu, Jean-Michel Carozza, Adrian
Balasescu, Valentin Radu, Constantin Haita

► **To cite this version:**

Laurent Carozza, Cristian Leonard Micu, Jean-Michel Carozza, Adrian Balasescu, Valentin Radu, et al.. LE TELL SUBMERGÉ CHALCOLITHIQUE DE TARASCHINA ET L'ÉVOLUTION INTERNE DU DELTA DU DANUBE - REGARDS CROISÉS A PARTIR DES DONNÉES ARCHÉOLOGIQUES ET GÉO-ARCHÉOLOGIQUES. Jean-Paul Saint Martin. Editura armanda, pp.230, 2013, Recherches croisées en Dobrgea, 978-606-8567-14-3. hal-00925785

HAL Id: hal-00925785

<https://hal.science/hal-00925785>

Submitted on 8 Jan 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LE TELL SUBMERGÉ CHALCOLITHIQUE DE TARASCHINA ET L'ÉVOLUTION INTERNE DU DELTA DU DANUBE – REGARDS CROISÉS A PARTIR DES DONNÉES ARCHÉOLOGIQUES ET GÉO-ARCHÉOLOGIQUES

Laurent CAROZZA¹, Cristian MICU², Jean-Michel CAROZZA^{1,3}

Avec la collaboration de

Adrian BĂLĂȘESCU⁴, Valentin RADU⁴, Constantin HAITĂ⁴

¹ CNRS UMR 5602 Géode, Toulouse (France)

² Institut de recherche éco-muséal de Tulcea (Roumanie)

³ Université de Strasbourg, Géode, Toulouse (France)

⁴ MNIR Musée National d'Histoire de la Roumanie, Bucarest (Roumanie)

1. INTRODUCTION

La question de la reconnexion entre la Méditerranée et la mer Noire au début de l'Holocène est au cœur de nombreux projets de recherche. Il serait fastidieux de recenser la liste des publications traitant de cette question. L'essentiel de ces projets a consisté en la réalisation de carottages marins et accessoirement dans les deltas, dans l'objectif de contraindre la chronologie des changements environnementaux et d'estimer, à l'aide de multiples indicateurs présentés sous la forme de courbes, l'élévation du niveau du plan d'eau. D'autres projets, davantage centrés sur l'acquisition d'images *off-shore*, ont permis de retracer les grandes étapes de la modification du littoral et de l'édification des deltas, depuis la période glaciaire. Ces programmes ont en commun de chercher à déterminer l'incidence de l'élévation du niveau marin sur les sociétés néolithiques qui peuplaient le littoral de la Mer Noire entre le 8^{ème} et le 5^{ème} millénaires avant notre ère, moment où se produisent de profonds changements environnementaux. Les données archéologiques n'ont été que très marginalement utilisées pour aborder la question de l'élévation du niveau marin, alors même qu'elles sont susceptibles de fournir des indicateurs fiables et à haute résolution chronologique.

Installée une rhétorique bien huilée dérivant du mythe biblique du « déluge » [1], la recherche a eu du mal à se départir de lieux communs fondés sur une approche déterministe des trajectoires humaines. Ainsi, les sociétés néolithiques

riveraines de la Mer Noire - principalement de la zone nord pontique - soumises à un cataclysme soudain et divin se seraient trouvées devant une seule alternative : fuir ou périr !

Cette vision caricaturale voire simpliste du comportement des communautés humaines est aujourd'hui abandonnée. Il n'en reste pas moins qu'elle imprègne encore l'imaginaire collectif et journalistique. La communauté scientifique elle-même peine à se départir d'une vision déterministe de l'étude des relations qu'entretenaient les sociétés du passé avec leurs environnements. Soumises à des contraintes environnementales dont elles mesurent mal l'incidence sur leur avenir, les sociétés contemporaines développent parfois une relation irrationnelle avec leur passé en y projetant leurs angoisses fictionnelles. Questionnées par les gestionnaires ou les politiques, les communautés scientifiques ont ainsi parfois tendance à forcer le trait et à sombrer dans la caricature pour assurer le financement des recherches futures.

Loin d'ambitionner de répondre à des questionnements aussi complexes, cet article a pour objet de présenter la manière dont on peut, dans une zone particulière comme le delta du Danube, questionner les données archéologiques et géo-archéologiques de manière à formuler de nouveaux paradigmes sur les relations entre sociétés et environnements.

2. ÉVOLUTION GÉOMORPHOLOGIQUE DU DELTA DU DANUBE

Une grande partie des connaissances sur l'évolution du delta du Danube est issue des données marines. Il est souvent difficile de concilier données *off-shore* et terrestres obtenues principalement dans la partie externe du delta [2 à 6]. Le faible nombre de sites connus dans le delta du Danube [7,8] a conduit les archéologues à privilégier l'hypothèse d'une répulsivité du milieu. Jusqu'à aujourd'hui, cette zone reste il est vrai la moins densément peuplée de l'Union Européenne. Cependant, dès la fin des années 1970, Alexandra Bolomey [9] a suggéré que l'absence de peuplement ancien (i.e. néolithique) était d'avantage lié à un biais taphonomique qu'à l'absence de peuplement. Les changements paléogéographiques liés aux modifications du trait de côte (biais de submersion) et à l'alluvionnement (biais de recouvrement) seraient la cause principale de l'absence de sites néolithiques.

Depuis le milieu des années 1990, les discussions autour de l'évolution du delta du Danube et de son peuplement - et plus largement celle des basses plaines littorales occidentales de la Mer Noire (Roumanie et Bulgarie) - se sont focalisées sur la question de la reconnexion Mer Méditerranée-Mer Noire et la remontée rapide du niveau marin qui lui serait associée. Cette hypothèse, formulée pour la première fois par Robert Ryan [10] a été revisitée en 1999 par Ryan et Pitman

[1]. Elle est depuis lors connue sous le nom de *Noah's Flood*. Elle suggère que la reconnexion de la Mer Noire à l'océan global *via* la Mer Méditerranée, à la fin de la remontée postglaciaire, se serait effectuée postérieurement au reste de la Méditerranée en raison de l'effet des seuils du Bosphore et des Dardanelles. Cette hypothèse s'appuie sur des données issues de recherches en milieu marin profond ; elle a fait l'objet d'aménagements qui ont principalement conduit à vieillir l'âge de la reconnexion entre 7300 et 8900 BP [11] et à en limiter l'amplitude de 130 m à moins de 100 m [12] et par voie de conséquences sur le domaine continental et sur le peuplement [13]. Ce dernier article marque un tournant par sa révision des dates disponibles sur la Mer Noire. Il fournit un âge réservoir pour les datations C14 obtenues sur les organismes marins. Les auteurs proposent de situer l'âge de la reconnexion mer Noire-Méditerranée vers 9000 Cal. BP. Cependant, il n'existe pas de consensus autour de ce modèle (voir [14] pour une revue) qui reste largement débattu [15]. Les incertitudes proviennent en partie de l'utilisation de dates, en années radiocarbone (non calibrées) et en années calendaires (calibrées) incluant ou non un âge réservoir.

Si les implications archéologiques supposées de ce modèle sont nombreuses, les données archéologiques n'ont que rarement été mobilisées dans l'argumentation. De la même manière, les données géomorphologiques relatives à l'évolution des zones deltaïques n'ont que marginalement été intégrées pour discuter la validité de ce schéma général.

Le bas Danube correspond à la terminaison du système fluvial danubien après sa sortie du bassin dacique et des plaines valaches. Cette partie du linéaire fluvial se décompose en 4 unités morphologiques principales (Pl. 1A) :

1- au nord de Călărăși, après s'être infléchi suivant une direction sud-nord pour contourner le horst de la Dobroudja, le Danube élargit considérablement sa plaine qui atteint plus de 20 km de large. Il développe alors une série de grandes anastomoses aujourd'hui poldérisées ;

2- entre Brăila et Tulcea, le Danube reprend une direction globalement W-E associée à un fort rétrécissement de sa plaine alluviale. La vallée est alors marquée par une forte dissymétrie entre le sud (retombée du plateau schisteux des montagnes Măcin) et le nord (plateau loessique moldave surbaissé et occupé par des systèmes lacustres partiellement asséchés) ;

3- entre Tulcea et Crișan se développe le delta interne. Il se caractérise par une première séparation du Danube entre la branche nord dite de Chilia et la branche sud de Sulina-Saint-Georges. Cet ensemble se divise en trois unités. Au nord, la dépression de Pardina est séparée du système deltaïque par la ride lacustre de Chilia et forme le lobe dit de Chilia 1 [16]. Son évolution reste encore mal connue, mais elle pourrait correspondre à une phase d'évolution de delta lacustre [17]. Il se

prolonge vers l'est par un second lobe dite Chilia 2, formé en condition lagunaire (bayhead delta, [18]). Vers le sud-ouest, entre Tulcea et Mila 23, se développe une unité fluvio-lacustre caractérisée par une forte fragmentation (zones de Sireasa-Sontea-Fortuna et de Gorgova-Uzina, [19]). Enfin, au sud-est, la dynamique fluviale et marine du colmatage en arrière de la ride de Letea-Caraorman donne naissance à un paysage dominé par de grands systèmes lacustres (zone de Matița-Merhei) ;

4- à l'aval de cette même ride, se développe le delta externe progradant, qui constitue la partie la mieux connue du système deltaïque. Au sud, le bras Saint-Georges a édifié deux lobes distincts. Le premier, probablement le plus ancien de l'ensemble deltaïque progradant, correspond au lobe Saint-Georges [6]. Il comprend au sud le lobe secondaire dit de Dunavatz, formé par une diffluence dans la lagune Razim-Sinoe [19,20]. Dans la partie centrale, le bras de Sulina est associé au lobe le plus important du système deltaïque danubien. Enfin, au nord, le bras de Chilia a construit un ultime lobe (Chilia 3) au cours des périodes très récentes dont la morphologie est caractéristique des deltas dominés par les processus fluviaux [21].

Du fait de son importance territoriale, le delta du Danube a fait très tôt l'objet de travaux géographiques, géomorphologiques et géologiques [2,3,22,23,24,25] pour les principales références anciennes). Ces travaux ont abouti à la définition des grandes entités progradantes du delta : lobes Saint-Georges, Sulina et Chilia. La synthèse proposée par les chercheurs de GEOECOMAR et en particulier Panin [6] sur la base de travaux géomorphologiques et de carottages distingue une évolution du delta en deux temps. Une phase ancienne associée au delta interne dite de « delta bloqué » (Unité 3), est dominée par les processus fluviaux en amont de la ride de Letea-Caraorman à laquelle succède une phase progradante (le delta *sensu stricto*, Unité 4) qui se traduit par la construction des lobes externes dont le nombre varie suivant les auteurs. Les premières données chronologiques [26] établissent une évolution longue du delta entre 12500 BP et l'actuel. Celle-ci est remise en cause par Giosan [20] qui suggère une évolution courte, i.e. post-6000 BP.

La zone interne, en amont de la ride de Letea-Caraorman, a en effet peu retenu l'attention des chercheurs et reste la plus mal documentée. Aussi, la découverte de la plus vieille occupation connue dans le delta du Danube [16,27] est-elle d'une importance majeure pour comprendre l'évolution paléogéographiques, les processus et les facteurs contrôlant la dynamique de cette unité.

3. ARCHÉOLOGIE ET GÉO-ARCHÉOLOGIE DE LA ZONE DE TARASCHINA

Au milieu des années 1980, dans le delta du Danube, la découverte d'un site d'habitat dont l'occupation est datée du 5^{ème} millénaire avant notre ère permet

d'apporter un nouvel éclairage sur l'importance des archives archéologiques et géo-archéologiques pour appréhender, à l'échelle des sociétés humaines, l'impact de changements environnementaux rapides [16,27,28].

3.1. Le tell submergé de Taraschina : données archéologiques

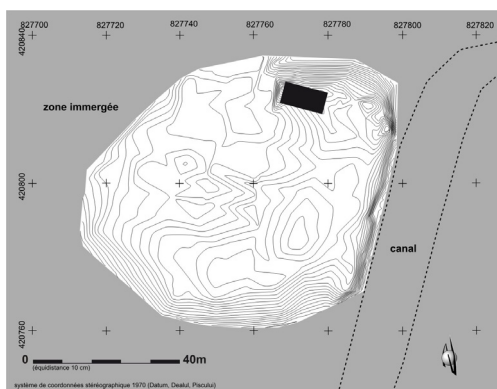


Figure 1. Microtopographie du Tell submergé de Taraschina (Commune de Crişan) – Relevé F. Mihail, DAO L. Carozza

Le site de Taraschina se trouve au sein de l'unité septentrionale du delta interne (zone de Sireasa-Sontea-Fortuna (Pl. 1B)). Il se situe à 2,3 km à l'est du lac Fortuna, entre le canal de Sontea, qui borde le site à l'est et au sud, et le canal de Olguţa au nord. Le canal de Sontea pourrait représenter une ancienne anastomose du bras de Chilia avant son déversement dans la dépression de Pardina comme semble l'indiquer la carte du delta du Danube de 1887 [31]. Mais la chronologie de son fonctionnement et sa relation au site restent incertaines.

En 2009, les premières investigations archéologiques ont été engagées par une prospection de surface, puis suivie, dès 2010 d'une fouille archéologique inscrite dans le cadre d'un projet franco-roumain. Les données archéologiques acquises durant les trois premières années d'étude ont fait l'objet d'une publication monographique à laquelle nous renvoyons le lecteur [27]. Les recherches conduites ont tout à la fois concerné des opérations de terrain (fouilles et sondages) comme l'acquisition de données géo-archéologiques et paléo-environnementales.

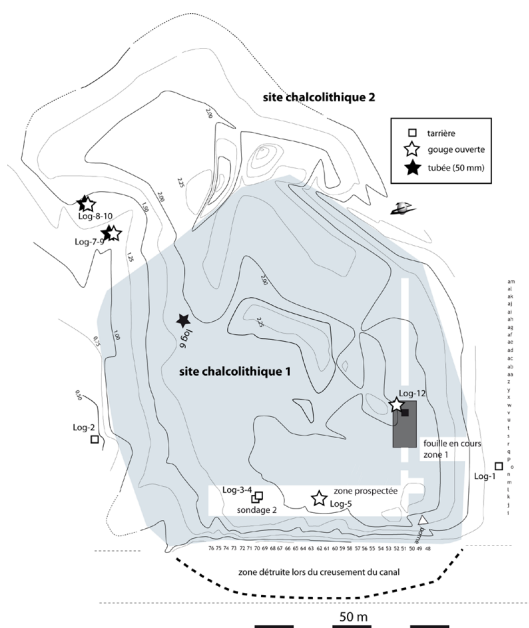
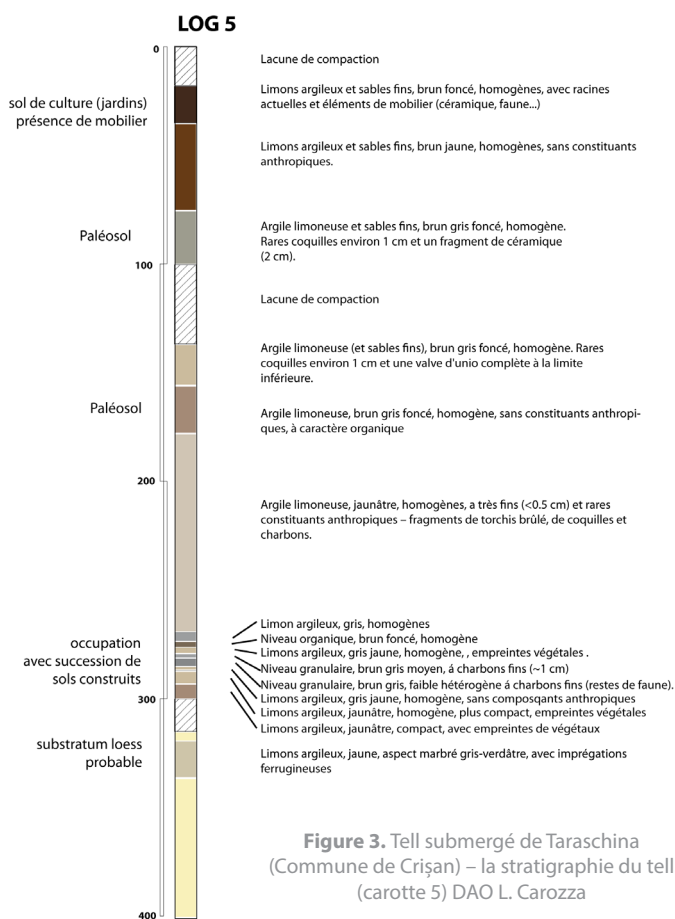


Figure 2. Tell submergé de Taraschina (Commune de Crişan) – localisation des zones fouillées et des carottages DAO L. Carozza

Avant de présenter une synthèse de l'évolution géomorphologique du delta du Danube - au regard des données acquises dans la zone de Taraschina - il convient de dresser un bilan des données archéologiques acquises intra-site (Figs. 1,2). En effet, cinq campagnes de fouille permettent aujourd'hui de mieux appréhender les questions relatives au statut et à la fonction de cet habitat pluristratifié. La conduite de travaux de topographie et de prospection de surface a montré l'existence non pas d'un seul et unique site, mais de deux paléo-reliefs accolés en forme de dôme. La morphologie atypique du tell renforce l'enjeu de son étude. Les recherches réalisées en période de basses eaux ont mis en évidence une zone tabulaire, plus basse, séparée du site principal chalcolithique par une légère dépression. La mise au jour, en surface, de céramiques et de lames de silex montre que cet ensemble est lui aussi daté de la période chalcolithique. Toutefois, la stricte contemporanéité des sites 1 et 2 n'est pas démontrée, et seule la réalisation de sondages et de carottages devrait permettre de caractériser et de dater la séquence stratigraphique du site 2.



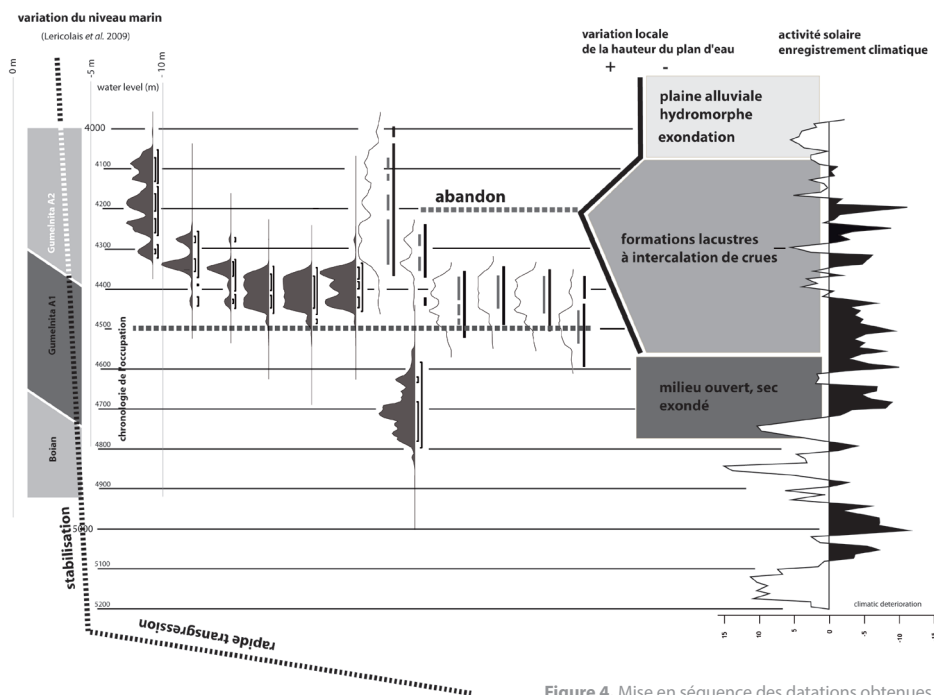


Figure 4. Mise en séquence des datations obtenues dans la zone de Taraschina (DAO L. Carozza)

La reconnaissance de la stratigraphie du site 1 a été réalisée à l'aide de carottages, mais également au travers d'un sondage profond, situé dans la zone 1 (Fig. 3). Des carottages montrent que les horizons archéologiques forment un dôme artificiel, puissant de près de 3 mètres (Fig. 4). Les premiers niveaux archéologiques reposent sur un sédiment limono-argileux, correspondant vraisemblablement à une terrasse de loess. Pour l'heure, la datation C14 obtenue pour la base de la séquence archéologique (5840±40 BP, soit 4800-4580 BC) tend à indiquer que la communauté chalcolithique se serait établie au cours de la première moitié du 5^{ème} millénaire avant notre ère (après 4800 BC). La fouille des horizons supérieurs de l'habitat, et plus particulièrement celle du remplissage des fosses dépotoirs, montre que l'abandon du site est intervenu durant le 43^{ème} siècle avant notre ère. Les deux datations obtenues pour les fosses 1134 et 1105 concordent ; elles situent l'abandon du site au cours de la seconde moitié du 44^{ème} siècle avant notre ère (très probablement vers 4350-4300 BC). Cette estimation devra être étayée par d'autres datations, mais nous pouvons d'ores et déjà estimer à un demi-millénaire la durée de formation de l'habitat stratifié de Taraschina.

Ces observations ne rendent toutefois pas compte des rythmes de formation de la stratigraphie et de la succession des unités d'habitation. Les carottages, bien que ponctuels, montrent que la base de la séquence se caractérise par une succession de sols construits et de niveaux de démantèlement des architectures

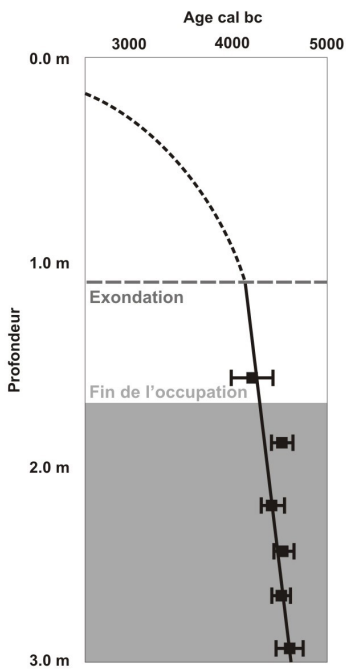


Figure 5. Modèle âge-profondeur de la carotte 10 (DAO J.-M. Carozza)

en terre crue. Dans le sondage de la zone 1 (Fig. 5), la partie supérieure de la séquence a été observée. Les niveaux de sols construits et les vestiges de murs en terre malaxée correspondent à des unités d'habitations, telles qu'elles ont par ailleurs été observées sur différents tells. L'apport de matériaux exogènes constitutifs des constructions en terre et en bois participe à la formation rapide de la stratigraphie. En revanche, la partie supérieure de la séquence (environ 1,20 m sous la surface du sol) se singularise par une relative homogénéité. La fouille planimétrique de ces horizons, qui se singularisent par une forte densité de rejets domestiques, est rarement associée à des structures (cuvettes et petites fosses). On observe l'absence de sols construits et d'éléments d'architecture.

Les observations faites lors de la fouille et à l'occasion des carottages réalisés sur le site archéologique montrent une stratification puissante de près de 3 mètres. La séquence se caractérise par l'alternance de fins niveaux

de sols et d'horizons plus puissants, au sein desquels les apports anthropiques sont peu denses, voire absents. La présence de sols construits et d'éléments d'architecture en terre crue a été validée lors de la dernière campagne de fouille [27]. Des études micro-morphologiques en cours mettent en évidence des analogies avec d'autres sites stratifiés chalcolithiques de Dobroudja (Luncavița, Hârșova). À Taraschina, bien que les données archéologiques sont encore très fragmentaires, tout semble indiquer que le site (caractérisé par une morphologie en dôme, une succession de couches d'habitat et de niveaux de destruction de maisons) s'apparente à un tell. Si cette hypothèse devait être confirmée, on pourrait voir dans ce site un habitat de première importance, tant par sa taille que par la puissance de sa stratigraphie. Il témoignerait, à l'image du tell de Lunca (département de Tulcea), de l'exploitation des zones de lacs et de lagunes littorales durant la période Gumelnița.

L'étude des faunes recueillies dans les derniers niveaux d'occupation, datées de la seconde moitié du 5^{ème} millénaire BC (vers 4450-4350 bc), montre un milieu ouvert, formé d'une mosaïque de paysages. L'élevage des bovins et des caprinés et la présence du lièvre sur le site suggèrent des grands espaces ouverts. Des

indices de traction animale plaident également en faveur d'un milieu ouvert et exondé. Cette hypothèse est encore confortée par la découverte d'un silo et celle d'un fragment de lame en silex dont le poli, très important, résulte d'une utilisation comme faucille (étude en cours S. Philibert). Les études paléo-écologiques, et notamment l'analyse des phytolithes contenus dans la carotte 10, montrent l'existence probable, à proximité du site, d'une aire de traitement des céréales (travaux en cours E. Messenger et M. Danu). La concordance de ces indicateurs semble indiquer l'existence, à proximité du site, d'espaces agraires.

D'autres espèces, comme le sanglier ou la loutre, sont attestées sur le site. Elles sont davantage inféodées à des milieux forestiers ou à la ripisylve. Les activités de pêche et de collecte des coquillages d'eau douce montrent quant à elles l'empreinte de la composante fluvio-lacustre du milieu. La faune aquatique, exclusivement dulcicole à euryhaline est particulièrement abondante; elle suggère la présence proche de bras du fleuve et/ou de plans d'eau douce.

Le modèle économique en vigueur à Taraschina au cours de la seconde moitié du 5^{ème} millénaire avant notre ère - tel qu'il est révélé par la stratégie d'exploitation des ressources animalières - diffère notablement de celui de sites contemporains établis dans la plaine du bas Danube. Les spécificités de son assemblage faunique comme les analogies établies entre Taraschina et des habitats plus anciens des communautés Hamangia et Boian, pourraient traduire la perdurance de systèmes socio-économiques hérités du Chalcolithique ancien. Elles pourraient cependant également relever de la particularité du milieu dans lequel le site est implanté. Le couplage entre données archéologiques et paléo-environnementales incite à privilégier cette seconde hypothèse.

3.2. Le tell submergé de Taraschina : implications géo-chronologiques

Dans la perspective d'évaluer la durée d'occupation du site et de reconstituer son environnement, une série de carottages ont été réalisés sur le site et dans son environnement proche à l'aide d'un carottier mécanique de type Cobra. Les carottages sur site visent à établir la chronologie longue de l'occupation (inaccessible par la fouille classique du fait de l'épaisseur de la séquence et de la présence de la nappe phréatique) et à déterminer la nature du substratum du site. Les données recueillies à proximité visent à établir la paléotopographie antérieure ou contemporaine de l'occupation ainsi que la nature, les processus et la chronologie de l'alluvionnement autour du site (Pl. 2A).

Une carotte de référence (Fig. 2 et 6) a fait l'objet d'une étude des faciès sédimentaires et d'une analyse granulométrique par granulomètre Malvern Mastersize 2000 (travaux réalisés au laboratoire GEOECOMAR afin d'identifier les processus de dépôt). Ces analyses ont été couplées à la mesure de la susceptibilité

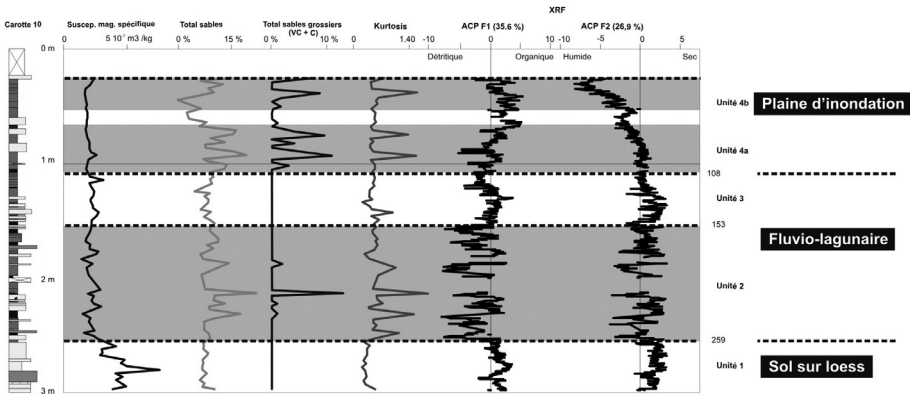


Figure 6. Analyse multi-proxy de la carotte 10 (DAO J.-M. Carozza)

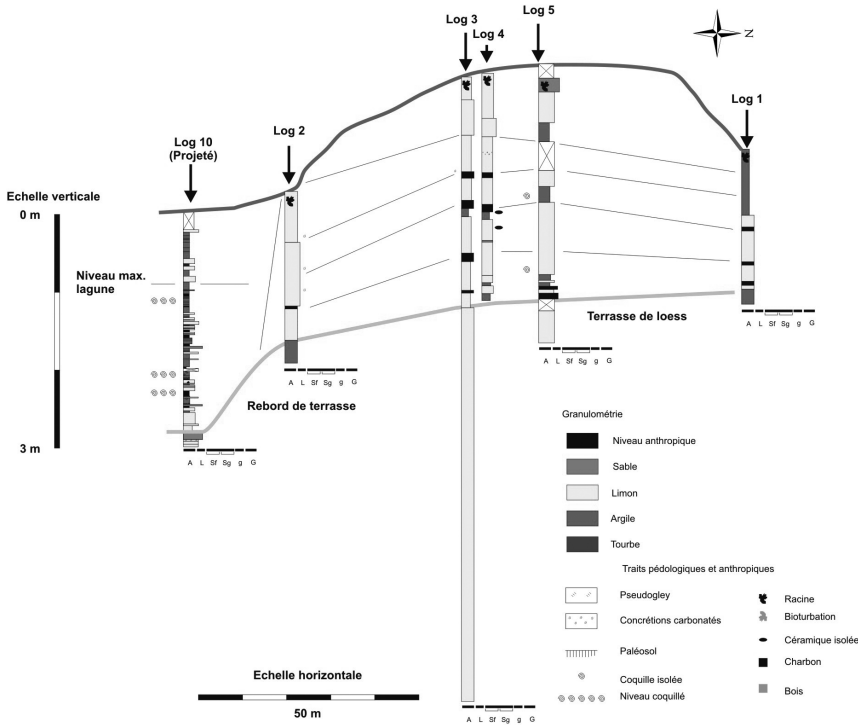


Figure 7. Corrélation entre le tell de Taraschina et les données de la carotte 10 (DAO J.-M. Carozza)

magnétique. Les données ont été complétées par une analyse XRF - Core Scanner réalisée au laboratoire EPOC de Bordeaux à 10 et 30 KV. La résolution moyenne d'échantillonnage est de 2 mm. Les tests palynologiques réalisés sur des échantillons répartis dans l'ensemble de la carotte se sont révélés négatifs.

En revanche, l'étude de l'abondante ichtyofaune et des mollusques fournit des indications paléo-écologiques sur les environnements de dépôts.

La chronologie de la carotte 10 repose sur 6 datations ¹⁴C réalisées sur charbons (Fig. 4, tabl. 1) qui permettent une mise en séquence avec les données de chronologie absolue recueillies sur le site. Les datations de la séquence de la carotte 10b ont été réalisées au laboratoire de datation par le C14 de Poznan, sous la direction de Tomaz Goslar. Les calibrations fournies ont été obtenues à l'aide du logiciel OxCal v4.1.5 [29] et les données de Reimer *et al* [30]. Les données sont les suivantes :

Taraschina 2010, carotte10b, échantillon -158-160 cm

Poz-42867 : 5390 ± 80 BP

68.2% probability

4337BC (43.5%) 4226BC

4204BC (12.5%) 4165BC

4130BC (4.5%) 4114BC

4100BC (7.6%) 4074BC

95.4% probability

4366BC (93.8%) 4038BC

4020BC (1.6%) 3996BC

ensemble daté	matériel	Date BP	cal 68,2%	cal 95,4%	n° labo
Log 10b (-158-160)	charbon	5390 ± 80 BP	4337-4074	4366-3996	Poz- 42867
Log 10b (-190-192)	charbon	5600 ± 40 BP	4459-4368	4503-4351	Poz- 42868
Log 10b (-223)	charbon	5470 ± 40 BP	4355-4265	4443-4239	Poz- 40109
Log 10b (-244-246)	charbon	5610 ± 40 BP	4487-4473	4521-4356	Poz- 40109
Log 10b (-267)	charbon	5580 ± 40 BP	4449-4368	4490-4346	Poz- 40110
Log 10b (-294)	charbon	5660 ± 40 BP	4537-4456	4596-4369	Poz- 40111

Tableau 1: Datations radiocarbones de la carotte 10.

Cette datation couvre une plage de temps longue de plus de 350 ans (4366-3996 bc). La faible teneur en carbone (0,2 mg/C) pourrait expliquer la spécificité de cette mesure d'âge. La distribution des pics de probabilité maximale montre cependant que la période comprise entre 4337 et 4226 bc, c'est-à-dire

probablement la plage ancienne, recueille 43,5 % des probabilités. Cette date, obtenue sur charbon de bois, après tamisage, est postérieure à la période d'occupation du site de Taraschina, telle que nous l'estimons aujourd'hui. En effet, la date la plus récente obtenue pour la dernière phase d'occupation est comprise entre 4487 et 4348 bc. D'un point de vue culturel, elle correspond à une étape de transition entre les phases A1 et A2 de la culture de Gumelnița.

Taraschina 2010, carotte10b, échantillon -190-192 cm

Poz-42868 : 5600 ± 40 BP

68.2% probability

4459BC (68.2%) 4368BC

95.4% probability

4503BC (95.4%) 4351BC

Datation sur charbon de bois prélevé dans la carotte 10b et recueilli après tamisage. La date couvre la période comprise entre 4503 et 4351 bc. Les probabilités maximales pourraient montrer que, à plus de 68%, l'intervalle 4459-4368bc pourrait être privilégié. La datation obtenue est contemporaine de l'occupation chalcolithique, attribuée à la phase A1 de la culture Gumelnița.

Taraschina 2010, carotte10b, échantillon -223 cm

Poz-40109 : 5470 ± 40 BP

68.2% probability

4355BC (41.3%) 4322BC

4292BC (26.9%) 4265BC

95.4% probability

4443BC (2.7%) 4423BC

4371BC (92.7%) 4239BC

La datation de l'échantillon prélevé lors de l'ouverture de la carotte 10b (charbon de bois) couvre la période comprise entre 4443 et 4239 bc, soit un peu plus de deux siècles. Si l'on prend en compte les plages de probabilités maximales, la période comprise entre 4355 et 4322 bc est davantage privilégiée. Quoi qu'il en soit, la période couverte par cette date est contemporaine de la dernière étape de l'occupation du site et marque l'étape de transition entre les phases A1 et A2 de la culture Gumelnița.

Taraschina 2010 , carotte10b, échantillon -244-246 cm

Poz-42870 : 5610 ± 40 BP

68.2% probability

4487BC (8.0%) 4473BC

4465BC (19.5%) 4438BC

4426BC (40.6%) 4369BC

95.4% probability

4521BC (95.4%) 4356BC

Cette datation a été réalisée sur micro-charbon, recueilli dans un échantillon de sédiment prélevé à la cote -244-245 cm de la carotte 10b. Avec une probabilité à 2 sigma, cette date est comprise dans l'intervalle 4521-4356 bc. On observe que, à plus de 40% de probabilité, la date s'inscrit dans la fourchette récente de la plage de temps couverte (4426-4369 bc). D'un point de vue chrono-culturel, cette datation correspond à la phase A1 de la culture Gumelnița et aux horizons contemporains mis au jour sur le site archéologique.

Taraschina 2010, carotte10b, échantillon -267 cm

Poz- 40110 : 5580 ± 40 BP

68.2% probability

4449BC (68.2%) 4368BC

95.4% probability

4490BC (95.4%) 4346BC

Cette datation a été effectuée sur un micro-charbon de bois carbonisé, recueilli lors de l'ouverture de la carotte 10b, à la cote -267 cm. Elle couvre une plage de temps comprise entre 4490 et 4346 bc, et une plage de probabilité maximale de près d'un siècle (4449-4350 bc). Cette plage de temps est contemporaine de celle de l'occupation du site et de la phase A1 de la culture de Gumelnița.

Taraschina 2010, carotte10b, échantillon -294 cm

Poz- 40111 : 5660 ± 40 BP

68.2% probability

4537BC (68.2%) 4456BC

95.4% probability

4596BC (85.0%) 4439BC

4426BC (10.4%) 4369BC

L'échantillon prélevé sur la carotte 10b, à la cote -294 cm (micro-charbons de bois), livre un intervalle compris entre 4596 et 4369 bc. La plage de probabilité maximale réduit cet écart à 4537-4456 bc. La date est contemporaine de l'occupation du site et de la phase A1 de la culture Gumelnița.

Les résultats présentés ici concernent la carotte 10, prélevée à l'ouest du site. D'une longueur de 3 m, elle a recoupé l'ensemble de la séquence sédimentaire « récente » et atteint le substratum, un limon jaune correspondant à une formation lœssique partiellement remaniée (Fig. 6). Ce niveau a été retrouvé dans l'ensemble des carottes, à des altitudes variables. Il s'individualise nettement, notamment par son signal de susceptibilité magnétique fort et décroissant vers le sommet, qui signe l'existence d'un paléosol.

L'analyse des faciès sédimentaires et de la granulométrie permet de diviser la séquence alluviale en trois ensembles. Entre 259 et 179 cm, on observe une alternance de niveaux laminés gris et de niveaux plus organiques. Les niveaux gris sombres sont associés à une augmentation de la fraction sableuse et un bon tri granulométrique exprimé par le kurtosis. Ces niveaux sont interprétés comme des apports détritiques de crues. Ils alternent avec des niveaux argilo-organiques mis en place en contexte palustre. L'ensemble de cette unité peut être interprété comme une séquence fluvio-lagunaire. Entre 179 et 108 cm, les faciès autigènes deviennent dominants et traduisent une réduction des apports fluviaux. Celle-ci est également enregistrée par une diminution de la fraction sableuse et notamment des sables grossiers. Entre 108 et 0 cm, la disparition des niveaux gris clairs autigènes et l'apparition de niveaux organiques sombres marque l'émersion et le développement d'un histosol sur des formations fluviales. La partie inférieure de ce sol montre en effet un retour à des apports détritiques marqués par l'augmentation de la fraction sableuse et notamment des sables grossiers.

La réalisation d'une ACP sur les données XRF confirment globalement ce découpage, comme le montre l'évolution des scores sur les axes F1 et F2 (Pl. 2B). Les axes 1 et 2 expliquent respectivement 35,6 et 26,9 % de la variance totale soit 65,2 % au total. L'axe 1 est fortement corrélé au détritisme de la séquence. L'axe 2 oppose le sol actuel (valeurs très négatives) aux sédiments lacustres.

Ces informations sont corrélées par les données paléo-écologiques, principalement l'ichtyofaune et la malacofaune. Cent quinze restes osseux de poissons ont été échantillonnés entre 250 et 155 cm. Au-dessus de 150 cm, plus aucun reste n'a été identifié. On a notamment recensé *Acipenser sturio* (esturgeon), *Esox lucius* (brochet), *Cyprinus carpio* (carpe), *Silurus glanis* (poisson-chat), *Perca fluviatilis* (perche) et *Sander lucioperca* (sandre). Si certaines espèces sont migratrices et peuvent supporter des salinités élevées, l'ensemble du spectre

est compatible avec un environnement fluvio-lagunaire d'eau douce.

Cette écologie est confirmée par les restes malacologiques. Les malacofaunes comprennent d'une part des bivalves (*Unio sp.* et *Anodonta*) et des gastéropodes (*Borystenia-Valvata-naticina*), faunes dulcicoles à faiblement euryhalines.

L'ensemble de ces données traduit un paysage fluvio-lagunaire d'eau douce, régulièrement soumis à des apports de crues issues d'un bras du Danube.

La chronologie de la séquence s'appuie sur 6 dates 14c (Fig. 5), pour l'essentiel obtenues dans la partie basse de la séquence. Ces dates ne montrent pas d'inversion et permettent d'envisager pour les deux mètres de la base de la carotte des vitesses de sédimentation moyenne rapide, proches de 2,5 cm.an⁻¹. En revanche, les évolutions perçues dans le haut de la séquence restent, elles, mal contraintes pour l'instant. Le recouvrement du substratum loessique par les dépôts fluvio-lacustres se produit vers 4450 cal BC. La remontée du niveau d'eau local se poursuit jusqu'aux environs de 4200-4150 cal BC. L'émersion définitive de la plaine pourrait se produire vers 4100-4000 cal BC.

3.3. Discussion et implications paléogéographiques

Les données recueillies dans les carottes 4, 5 et 6 ainsi que les données de fouilles [16,27] montrent que le site de Taraschina correspond à un habitat stratifié (Fig. 4). La séquence d'occupation est épaisse de près de 3 m et repose sur une terrasse de loess caractéristique qui constitue le substratum du site. Celui-ci a été traversé sur près de 4 m dans les carottes 5 et 6. L'altitude du substratum s'abaisse en direction de l'ouest, vers le canal de Sontea, ce qui est compatible avec l'hypothèse d'un bras naturel incisé dans le substratum et réaménagé au cours de périodes récentes. Le bras de Sontea pourrait être synchrone de l'occupation du site. Dans tous les cas, l'habitat est implanté en bordure d'un plateau dominant de quelques mètres l'espace fluvia-lagunaire en cours d'aggradation rapide lors de l'occupation du site. Dans le carottage 10, le recouvrement du substratum loessique par les formations fluvio-lagunaires est daté de 4450 cal BC. Le site de Taraschina était alors déjà implanté depuis 4800-4580 cal BC. Les dernières occupations chalcolithiques du site se placent vers 4490-4350 cal BC. On observe une bonne concordance chronologique entre la hausse du plan d'eau et l'abandon du site par les populations chalcolithiques.

Comme l'indiquent les données paléo-écologiques de la carotte 10, l'environnement autour du site (entre 4450 et 4000 cal BC) est exclusivement dulcicole. Cette information confirme les données anciennes de Panin [6] selon lesquelles les sondages profonds réalisés dans le secteur du delta bloqué (sondages 1001, 1055 et 1059) n'ont rencontré que des faunes dulcicoles à

faiblement euryhalines, jusqu'à une profondeur d'une vingtaine de mètres. Ces données sous-tendent un isolement de l'espace fluvio-lagunaire de l'amont du delta par un cordon littoral. La formation de la ride de Letea-Caraorman pourrait ainsi être largement antérieure au début de la progradation du lobe Saint-George qui débute vers 3500-2900 cal BC [20]. Deux datations radiocarbone obtenues par Giosan et al. (2006, matériel additionnel) sur le cordon le plus interne de la ride de Caraorman d'une part et sur la ride de Letea d'autre part, indiquent un âge cohérent de respectivement 5600-5480 cal BC et 5600-5300 cal BC. A cette date, le cordon isolait déjà la lagune interne [16].

L'ensemble des modèles d'évolution de la Mer Noire s'accordent pour indiquer un niveau faiblement négatif du niveau marin (entre -7 et -4 m) et en augmentation lente d'environ 1m.ky^{-1} [32,33]. Les données recueillies sur le site sont compatibles avec cette fourchette, mais suggèrent une création d'espace disponible plus importante. Elle pourrait être associée à une surcôte lagunaire, liée à un épisode humide bien identifié [34] en Mer Égée (début du RCC 6-5, [25]) et enregistré ici par une surreprésentation des niveaux de crues dans l'unité basale. En Bulgarie, Filipova-Marinova (2007) a proposé qu'une augmentation rapide du niveau marin intervienne au cours de cet intervalle. Cet épisode a été recalibré [14] autour de 4500-4000 cal BC. Ces épisodes pourraient avoir favorisé la progradation des systèmes alluviaux dans le delta interne. La réduction importante des apports, postérieurement à 4000 cal BP, est synchrone du début de la progradation du lobe Saint-Georges et traduit la mise en place d'une dynamique dominée par le *by-passing* dans le delta interne. Seules les crues les plus importantes ou les défluviations fournissent alors des apports sédimentaires à cette zone qui évolue lentement.

Les travaux menés dans la zone du delta interne autour du site de Taraschina permettent de mieux contraindre l'évolution du delta interne du Danube. Ils indiquent sans ambiguïté que cette zone du delta interne évolue en zone lagunaire d'eau douce depuis *a minima* 5600-5400 cal BC et correspond à embayment ou bay-head delta [18]. Un cordon littoral isolait donc cette lagune du système marin. Entre cette date et 4450 cal BC, la remontée du niveau marin - peut-être combinée avec une surcôte lagunaire liée à des apports d'eau douce importants du Danube au cours du RCC 6-5 - a conduit à un piégeage rapide des sédiments autour du site, modifiant de manière drastique la paléogéographie de celui-ci. Le site a ainsi été partiellement alluvionné. Le synchronisme entre transgression des formations fluvio-lacustres et abandon du site suggère un effet direct (augmentation de la fréquence des hautes eaux) ou indirect (ennoïement d'une partie du territoire).

4. ARCHÉOLOGIE ET CHANGEMENTS SOCIO-ENVIRONNEMENTAUX

Nous avons vu que, à grande échelle, il est difficile de mettre en concordance données archéologiques et environnementales. Qu'en est-il à plus petite échelle ? Pouvons-nous tenter de confronter les données archéologiques relatives au peuplement du delta du Danube au modèle de l'élévation rapide du niveau marin ? Le premier constat à opérer est que nous disposons d'aucune occurrence qui permette d'établir la présence de populations agro-pastorales néolithiques avant le milieu du 6^{ème} millénaire avant notre ère. En effet, les recherches archéologiques n'ont, jusqu'à présent, révélé aucun site d'habitat néolithique ancien, comme l'observait Alexandra Bolomey.

Les données archéologiques ne permettent ni de changer de perspective ni de nous extraire d'un modèle « déterministe » où les contraintes environnementales pourraient expliquer l'absence d'habitats du Néolithique ancien. Ce point de blocage constitue, de toute évidence, un challenge à relever par les archéologues. A ce stade du raisonnement, il pourrait sembler vain de tenter de confronter données archéologiques et géo-archéologiques.

De longue date, les sciences de l'étude des sociétés passées, et plus particulièrement l'archéologie, ont pris en compte les changements environnementaux comme une variable explicative du changement social. Les modifications de l'environnement, et plus particulièrement du climat, ont été sollicitées pour justifier tout ou partie des modifications des trajectoires humaines, à l'image de la Néolithisation.

Les archéologues ont à l'inverse bien souvent fait appel à ces mêmes évolutions de l'environnement pour expliquer l'absence de données matérielles sur telle zone géographique à telle période chronologique. Dans la zone du littoral de la Mer Noire et du delta du Danube, c'est bien dans cette situation que se trouve l'archéologue lorsqu'il veut retracer l'histoire des dernières communautés de chasseurs-cueilleurs et appréhender l'implantation des premières communautés néolithiques.

Dans une étude remarquable, Douglas Bailey a tenté d'analyser les conséquences du changement du niveau marin de la mer Noire durant l'Holocène et d'en estimer l'impact à l'échelle des communautés humaines [37]. L'auteur y pèse l'ensemble des hypothèses relatives à la néolithisation de la péninsule balkanique, mais l'exercice présente cependant des limites. La confrontation entre données relatives au peuplement néolithique du littoral de la Mer Noire et estimation chronologique des changements paléo-géographiques ne peut être jugée satisfaisante ; elle spéculé en effet sur la justesse indéfectible d'une partie du modèle : des changements rapides du niveau marin sont réellement intervenus entre 7000 et 6640 cal BC, soit en moins de 4 siècles. Dans cette étude, les données

archéologiques (ou plus spécifiquement l'absence de données) ne participent nullement à la confrontation des hypothèses. Elles viennent, à différentes échelles spatiales et temporelles, illustrer un modèle enfermé dans sa circularité.

L'élévation du niveau marin a masqué toute présence de sites du Néolithique ancien. Mais où se situe la fiabilité de l'information archéologique ? Des recherches récentes, conduites en Turquie [38], montrent toute la pertinence des recherches archéologiques et des données produites par cette discipline pour contraindre les modèles paléo-géographiques.

REMERCIEMENTS

Ce projet a bénéficié du soutien du Ministère des Affaires Etrangères et Européenne dans le cadre de la Mission Archéologique delta du Danube, il a reçu l'aide du CNRS-INEE dans le cadre du projet ArcheoMed MISTRALS-Paleomex.

RÉFÉRENCES

1. Ryan, W. B. F., Pitman, W. C., 1999, Noah's Flood, The new scientific discoveries about the event that changed history. Simon and Schuster, New-York, 319 p..
2. Antipa, G., 1915, Wissenschaftliche und wirtschaftliche Probleme des Donaudeltas. *Anuarul Institutului Geologic al României*, VII, 1, București, 88 p.
3. Antipa, G. 1941, Marea Neagră, vol. 1 - Oceanografia, bionomia și biologia generală a Mării Negre. Publicația Fondului Vasile Adamachi, T.X, LV, Acad. Română, București, 313 p.
4. Panin, N., 1967, Structure des dépôts de plage sur la Cote de la Mer Noire. *Marine Geology*, 5, 207-219.
5. Panin, N., Panin, S., 1967, Regressive sand waves on the black sea shore: *Marine Geology*, 5, 221-226.
6. Panin, N., 1972, Histoire quaternaire du Delta du Danube, Essai d'interprétation des faciès des dépôts deltaïques. *Cercetări Marine* 4, 5-15.
7. Micu, C., 2004, *Neo-Eneoliticul în nordul Dobrogei în lumina cercetărilor de la Isaccea și Luncavița*. Teza de Doctorat, Institutul de Arheologie "Vasile Pârvan" București. Academia Română, 250 p.
8. Dimitriu, R.G., 2012, Geodynamic and hydro-geological constraints regarding the extension of the prospective archaeo-cultural area within the northern Romanian coastal zone. *Quaternary International*, 261, 32-42.
9. Bolomey, A., 1978. Why no early Neolithic in Dobrogea? *Dacia*, 22, 5-9.

10. Ryan, W.B.F., Pitman III, W.C., Major, C.O., Shimkus, K., Moskalenko, V., Jones, G., Dimitrov, P., Gorur, N., Sakinc, M., Yuce, H., 1997, An abrupt drowning of the Black Sea shelf. *Marine Geology*, 138, 119-126.
11. Ryan, W. B. F., Major, C. O., Lericolais, G., Goldstein, S. L., 2003, Catastrophic Flooding of the Black Sea: *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 31, 525-554.
12. Lericolais, G., Bulois, C., Gillet, H., Guichard, F., 2009, High frequency sea level fluctuations recorded in the Black Sea since the LGM. *Global and Planetary Change*, 66, 65-75.
13. Soulet, G., Ménot G., Lericolais G., Bard E., 2011, A revised calendar age for the last reconnexion of the Black Sea to the global ocean. *Quat. Sci. Review*, 30, 1019-1026.
14. Yanko-Hombach, V.V., 2007, Controversy over Noah's flood in the Black Sea: geological and foraminiferal evidence from the shelf. In: Yanko-Hombach, V., Gilbert, A.S., Panin, N., Dolukhanov, P. (Eds.), *The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate, and Human Settlement*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, p. 149-204.
15. Giosan, L., Filip, F., Constantinescu, S., 2009, Was the black Sea catastrophically flooded in the early Holocene? *Quaternary Science Reviews*, 26, 1-6.
16. Carozza, J-M., Micu, C., Mihail, F., Carozza L., 2012, Landscape change and archaeological settlements in the lower Danube valley and deta from early Neolithic to Chalcolitic time : a review. *Quaternary International*, 261, 21-31.
17. Filip, F., Constantinescu, S., Giosan, L., 2011, On the evolution of Chilia distributary in Danube delta. *Geophysical Research Abstracts*, 13, EGU2011-4898.
18. Nichols, S.L., Zaitlin, B.A., Thom, B.G., 1997, The upper Hawkesbury River, New South Wales, Australia: a Holocene example of an estuarine bayhead delta. *Sedimentology*, 44, 263-286.
19. Panin, N., 2004, The Danube delta. Geomorphology and Holocene evolution: a synthesis. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 9 (4), 247-262.
20. Giosan, L., Donnelly, J.P., Constantinescu, S., Filip, F., Ovejanu, I., Vespremeanu-Stroe, A., Vespremeanu, E., Duller, G.A.T., 2006. Young Danube delta documents stable Black Sea level since the middle Holocene: morphodynamic, paleogeographic, and archaeological implications. *Geology*, 34, 757-760.
21. Giosan, L., Donnelly, J.P., Vespremeanu, E., Bhattacharya, J.P., Olariu, C., 2005, River delta morphodynamics: examples from the Danube delta. Rivers Delta e concepts, models and examples. *SEPM Special Publication*, 83, 393-411.

-
22. Brătescu C., 1942, Oscilațiile de nivel ale apelor și bazinului Mării Negre. *Buletinul Societății Regale Geografie*, LXI, 1-112, București.
 23. Vâlsan G., 1934, Nouvelle hypothèse sur le Delta du Danube. *Comptes rendus Congrès International Géographie, Varsovie*, II, 342-355.
 24. Cotet, P., 1960, Evoluția morfohidrografică a Deltei Dunării (O sinteză a studiilor existente și o nouă interpretare). *Probleme de Geografie*, VII, 53-81, București.
 25. Liteanu, E., Pricaj, A., Baltac, G., 1961, Transgresiunile cuaternare ale Marii Negre pe teritoriul Deltei Dunării. *St. cerc. geol.*, 6, 4, 743-762.
 26. Panin, N., Panin, S., Herz, N., Noakes, J.E., 1983, Radiocarbon dating of Danube delta deposits. *Quaternary Research*, 19, 249-255.
 27. Carozza, L., Bem, C., Micu, C., 2011, *Société et environnement dans la zone du bas Danube durant le 5ème millénaire avant notre ère*. Maison d'édition de l'Université « Alexandru Ioan Cuza » de Iași, 415 p.
 28. Micu, C., Carozza, L., Carozza, J.-M., Mihail, F., Jugararu, G., 2009, Observations sur l'habitat néo-énéolithique dans le Delta du Danube. *Miscellanea in honorem annos LXV peragentis Professoris Dan Monah oblata* – Romanian Academy Institute of Archaeology of Iași, 317-336.
 29. Bronk Ramsey, C., 2010. OxCal v.4.1.5 [software]. URL: <http://c14.arch.ox.ac.uk/embed.php?File=oxcal.html>.
 30. Reimer, P. J., Baillie, M. G. L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Buck, C. E., Burr, G. S., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hajdas, I., Heaton, T. J., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kaiser, K. F., Kromer, B., McCormac, F. G., Manning, S. W., Reimer, R. W., Richards, D. A., Southon, J. R., Talamo, S., Turney, C. S. M., van der Plicht, J., & Weyhenmeyer, C. E., 2009. IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 51(4), 1111-1150.
 31. Commission Européenne du Danube, 1887, Cartes du delta du Danube et plans comparatifs de l'embouchure et des sections fluviales du bras de Sulina indiquant les derniers travaux qui y ont été exécutés. F.A. Brockhaus, Leipzig.
 32. Lambeck, K., Purcell, A., 2005, Sea-level change in the Mediterranean Sea since the LGM: model predictions for tectonically stable areas. *Quaternary Science Reviews*, 24, 1969-1988.
 33. Lambeck, K., Sivan, D., Purcell, A., 2007, Timing of the last Black Sea – Mediterranean connection from isostatic models and regional sea-level data. In: Yanko-Hombach, V., Gilbert, A.S., Panin, N., Dolukhanov, P.M. (eds.): *The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate, and Human*

Settlement, Springer, New-York, 797-808.

34. Rohling, E.J., Mayewski, P.A., Hayes, A., Abu-Zied, R.H., Casford, J.S.L., 2002, Holocene atmosphere–ocean interactions: records from Greenland and the Aegean Sea. *Climate Dynamics*, 18, 573-592.
35. Mayewski, P.A., Rohling, E.E., Stager, J.C., Karlen, W., Maasch, K.A., Meeker, L.D., Meyerson, E.A., Gasse, F., van Kreveld, S., Holmgren, K., Lee-Thorp, J., Rosqvist, G., Rack, F., Staubwasser, M., Schneider, R.R., Steig, E.J., 2004. Holocene climate variability. *Quaternary Research*, 62, 243-255.
36. Filipova-Marinova, M., 2007, Archaeological and paleontological evidence of climate dynamics, sea-level change and coastline migration in the Bulgarian sector of the circum Pontic region. in : Yanko-Hombach V., Gilbert A.S., Panin N., Dolukhanov P. (Ed.). *The Black Sea Flood question : Changes in coastline, climate and human settlement*. Springer, Dordrecht, 453-481.
37. Bailey, D., 2006, Holocene changes in the level of the Black Sea: consequences at a human scale. in : Yanko-Hombach, V., Gilbert, A.S., Panin, N., Dolukhanov, P.M. (Eds.) *The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate and Human Settlement*.
38. Ozbek, O., 2012, Sea level changes and prehistoric sites on the coasts of Southern Turkish Thrace, 12,000-6000 BP. *Quaternary International* 261, 162-175.

Planche 1. A. Grandes unités géomorphologiques du bas Danube. (DAO J.-M. Carozza),
 Complexe SSF : Sireasa-Sontea-Fortuna, Complexe GU : Gorgova-Uzina, Complexe MM : Matița-Merhei. B.
 Localisation du site de Taraschina dans son environnement (DAO J.-M. Carozza)

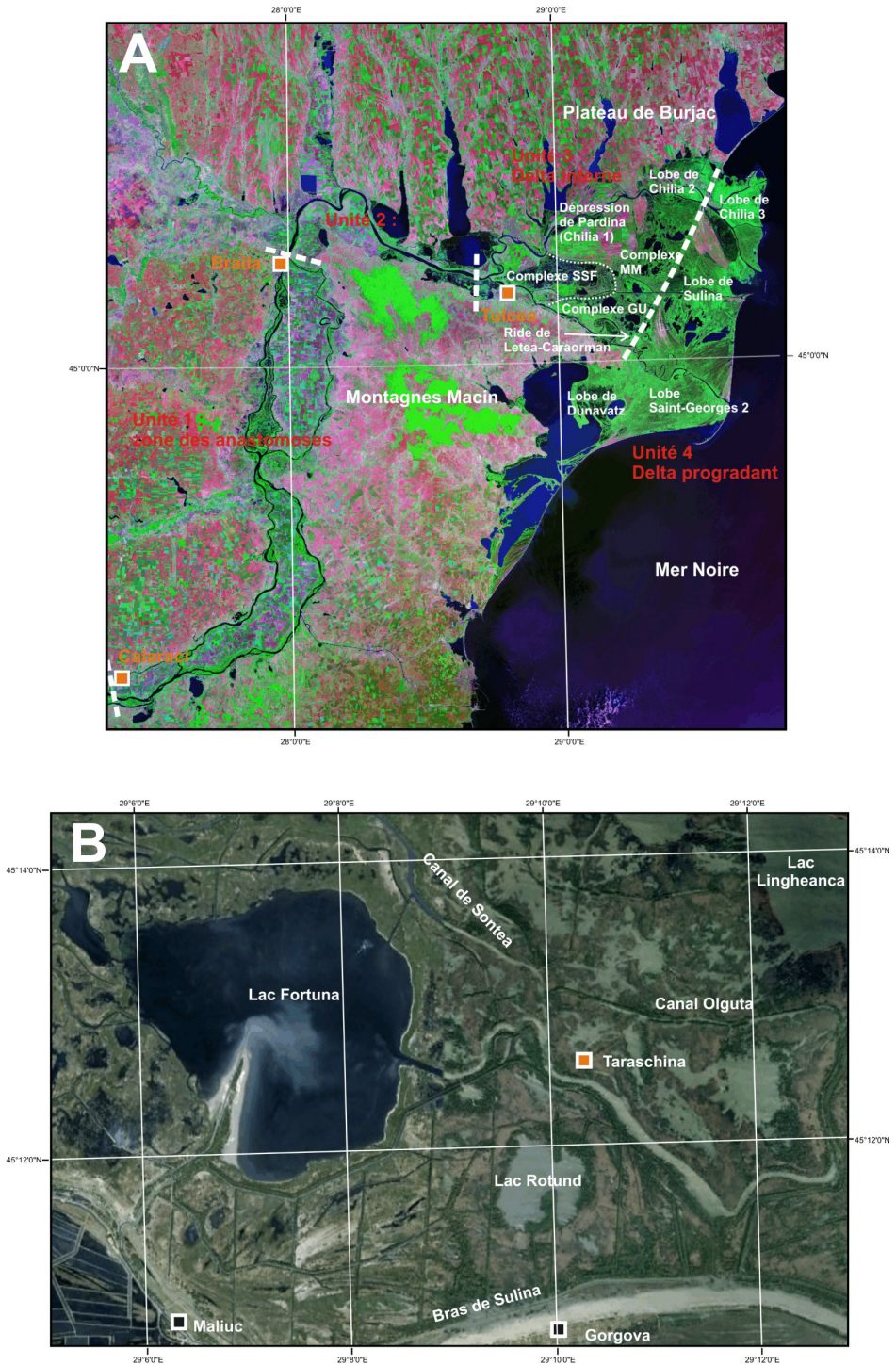


Planche 2. A. Localisation des carottages réalisés sur et autour du site de Taraschina (DAO J.-M. Carozza). B. ACP réalisée sur les données XRF (DAO J.-M. Carozza).

